

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-220473  
(43)Date of publication of application : 08.08.2000

(51)Int.Cl. F02C 7/143  
F28C 1/02

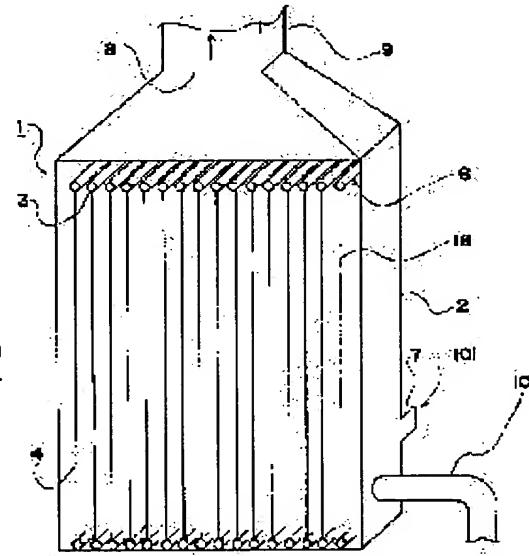
(21)Application number : 11-020769 (71)Applicant : TOSHIBA PLANT KENSETSU CO LTD  
(22)Date of filing : 28.01.1999 (72)Inventor : HASHIGUCHI ISAO

## (54) HEAT EXCHANGER FOR SUCTION AIR COOLING OF GAS TURBINE DEVICE

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To cool the suction air sucked in the air compressor of a gas turbine device at a high heat exchanging efficiency, by directly contacting the suction air with a cooling water.

SOLUTION: In a device main body 2, water film forming sheets 18 are provided parallel numerously in the gravity direction, and during the time that the cooling water flowing down from cooling water feeding parts 3 flows down on the surfaces of the water film forming sheets 18 in a thin water film form, the cooling water is contacted directly with a suction air 101 so as to heat exchange it. The heat exchanged cooling water is circulated from a cooling water exhaust pipe 10 through a cooling device. And the water film forming sheets 18 consist of a fiber form or a net form of sheet material having the surface of a good water diffusing property, or a good wetting property, or a good water absorbing property.



D5

(19)日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2000-220473  
(P2000-220473A)

(43)公開日 平成12年8月8日(2000.8.8)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>  
F 0 2 C 7/143  
F 2 8 C 1/02

識別記号

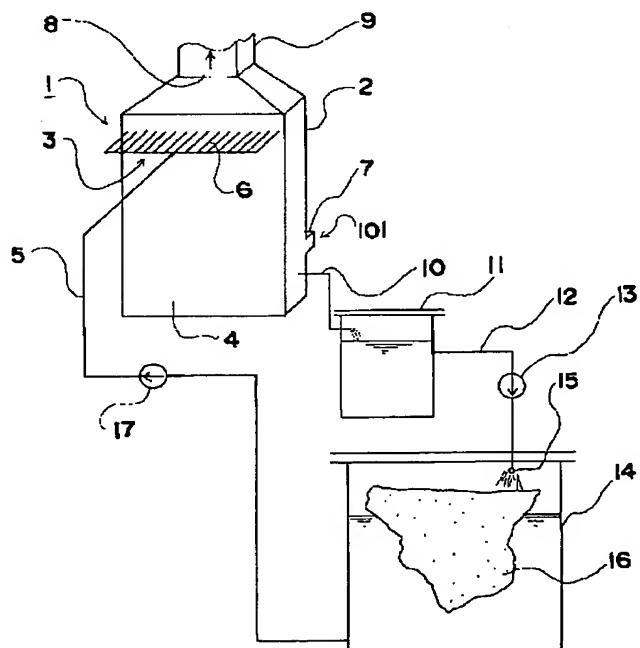
F I  
F 0 2 C 7/143  
F 2 8 C 1/02テーマコト<sup>8</sup>(参考)(21)出願番号 特願平11-20769  
(22)出願日 平成11年1月28日(1999.1.28)(71)出願人 390014568  
東芝プラント建設株式会社  
東京都大田区蒲田五丁目37番1号  
(72)発明者 橋口 功  
東京都港区西新橋三丁目7番1号 東芝プラント建設株式会社内  
(74)代理人 100082843  
弁理士 富田 卓美

## (54)【発明の名称】 ガスタービン装置の吸気冷却用熱交換器

## (57)【要約】

【課題】 ガスタービン装置の空気圧縮器に吸入される吸気を冷却水と直接接触させて高い熱交換効率で冷却させる。

【解決手段】 装置本体2内には重力方向に水膜形成シート18が多数平行に配置され、冷却水供給部3から流れる冷却水が水膜形成シート18の表面を薄い水膜状に流下する間に、吸気101と直接接触して熱交換される。熱交換した冷却水は冷却水排出管10から冷却装置を介して循環する。そして水膜形成シート18は、水拡散性又は濡れ性もしくは水吸収性のよい表面を有する繊維状もしくは網状のシート材からなる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ガスタービン装置の吸気を冷却水と熱交換して冷却する熱交換器において、装置本体2内に重力方向に配置された繊維状もしくは網状のシート材からなる水拡散性又は濡れ性もしくは水吸収性のよい表面を有する水膜形成シート18と、水膜形成シート18の上部表面に冷却水を供給する冷却水供給部3と、水膜形成シート18の表面を流下する冷却水を回収する冷却水回収部4とを備え、装置本体2内に導入される吸気101が水膜形成シート18の表面を水膜状に流下する冷却水と直接接触して熱交換するように構成したことを特徴とするガスタービン装置の吸気冷却用熱交換器。

【請求項2】 冷却水供給部3が水平方向に配置された管体6と、その長手方向に沿って形成されたスリット部20とを有し、水膜形成シート18の上部が前記スリット部20を通して管体6内に延長され、そのスリット部20と水膜形成シート18の両面間にそれぞれ冷却水の流出する間隙部25が形成される請求項1に記載されたガスタービン装置の吸気冷却用熱交換器。

【請求項3】 間隙部25のスリット部20と水膜形成シート18との間に、複数の隙間保持片24がその水膜形成シート18の長手方向に沿って離間して配置された請求項2に記載されたガスタービン装置の吸気冷却用熱交換器。

【請求項4】 冷却水供給部3が水膜形成シート18の上部両側に設けた一対の横長の管体6とその長手方向に沿って形成されたスリット部20もしくは多数のノズル孔を有し、各スリット部20もしくは多数のノズル孔から冷却水が水膜形成シート18の上部両面に供給された請求項1に記載のガスタービン装置の吸気冷却用熱交換器。

【請求項5】 水膜形成シート18の下部に錐体27を取り付けることにより、水膜形成シート18を重力方向に張架するようにした請求項1～請求項4のいずれかに記載のガスタービン装置の吸気冷却用熱交換器。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明はガスタービン装置の吸気を冷却水と熱交換して冷却する熱交換器に関し、特に水膜形成シートの表面を流下する冷却水と吸気を直接接触させた熱交換器に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 ガスタービン装置で発電機を駆動して発電するガスタービン発電装置や、ガスタービン装置からの高温の排ガスで蒸気を発生させて利用設備に供給するコジェネレーションシステム等として、ガスタービン装置は広く利用されている。一般に、ガスタービン装置は

空気を吸入して圧縮する空気圧縮機と、その圧縮空気と燃料を導入して燃焼させて高圧ガスを発生する燃焼装置と、発生した高温高圧ガスで駆動されるガスタービンを備えており、通常は空気圧縮機とガスタービンは共通の軸で連結される。

【0003】 空気圧縮機に吸入される吸気（外部空気）の温度はガスタービン装置の出力に大きな影響を及ぼす。特に夏期などにおいて吸気の温度が上昇するとそれに応じて密度が低下し、空気圧縮機で単位時間あたりに圧縮される吸気質量も減少するので、結果としてガスタービン装置の出力が低下することになる。そこでこの問題を解決するため、空気圧縮機に吸入される吸気を前もって熱交換器で冷却水と熱交換し冷却する方法が採用されている。このように吸気を冷却すると、吸気質量の低下によるガスタービン装置の出力低下が回避され、さらに空気圧縮機の吸入温度（絶対温度T<sub>1</sub>）とガスタービン吸入温度（絶対温度T<sub>3</sub>）の比がT<sub>3</sub>／T<sub>1</sub>大きくなるのでガスタービン装置の熱効率も向上する。

【0004】 図5は従来から採用されている吸気冷却方式を採用したガスタービン装置を説明するプロセスフロー図である。吸気101は熱交換器102を通過する間に冷却水配管103を流れる冷却水と熱交換し、所定の密度になるように冷却されて空気圧縮機104に吸入される。吸気は空気圧縮機104で断熱に近い状態で圧縮されて燃焼装置105に導入される。燃焼装置105内では配管106から供給される燃料が圧縮空気と混合されて燃焼し、高温に維持された高圧ガスとなってガスタービン107に供給され、断熱に近い状態で膨張しガスタービン107を駆動する。ガスタービン107には発電機108と空気圧縮機104が軸で連結され、通常ガスタービン107の出力の40%程度が発電出力に変換され、残りの大部分は空気圧縮機104の駆動エネルギーとして消費される。

【0005】 ガスタービン107からの高温の排ガスは排ガスボイラ109に供給され、加熱配管110を流れる給水と熱交換して蒸気を発生させ、次いで煙突111より排出される。なお排ガスボイラ109で発生した蒸気はコンバインサイクルとして蒸気タービンを駆動したり、プロセス蒸気として使用したり、さらには前記燃焼装置105に注入してその出力を増加させる（チェンサイクル）ために使用される。熱交換器102は通常フィンチューブ式のものが使用される。フィンチューブ式の熱交換器102はその外周部に多数のフィンを設けた熱交換チューブを冷却水配管103として使用し、熱交換チューブの内側を流れる冷却水と外側を流れる吸気がチューブ壁とフィンによる熱伝導で熱交換するものである。

【0006】 【発明が解決しようとする課題】 しかし、フィンチューブ式の熱交換器は、熱交換チューブの外周部に多数のフ

インを設けるため構造が複雑になり、コスト高になると問題がある。また、吸気の冷却温度を低めに設定したり、吸気温度とその露点温度の差が小さいとき（特に朝夕、曇りや雨天などの場合のように湿度が高いとき）などにおいては、熱交換チューブの外周部やフィンに多量の結露を生じ、それが吸気と共に運ばれて下流側に溜まるという問題がある。そこで、それを解決するために下流側に水回収装置を設けることも考えられるが、さらに装置が複雑になってコストも増加することになる。そこで本発明はこのような問題を解決する熱交換器を提供することを課題とするものである。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】すなわち請求項1に記載された本発明は、装置本体内に重力方向に配置された繊維状もしくは網状のシート材からなる水拡散性又は濡れ性もしくは水吸収性のよい表面を有する水膜形成シートと、その水膜形成シートの上部表面に冷却水を供給する冷却水供給部と、水膜形成シートの表面を流下する冷却水を回収する冷却水回収部を備えている。そして、装置本体内に導入される吸気が水膜形成シートの表面を水膜状に流下する冷却水と直接接触して熱交換するように構成したことを特徴とするガスタービン装置の吸気冷却用熱交換器である。

【0008】また請求項2に記載の発明は、請求項1に記載のガスタービン装置の吸気冷却用熱交換器の実施の形態であって、冷却水供給部が横長の管体とその長手方向に沿って形成されたスリット部を有し、水膜形成シートの上部が前記スリット部を通して管体内に延長され、そのスリット部と水膜形成シートの両面間にそれぞれ冷却水の流出する間隙部が形成されることを特徴とするものである。また請求項3に記載の発明は、請求項2に記載のガスタービン装置の吸気冷却用熱交換器の好ましい実施の形態であって、間隙部25のスリット部20と水膜形成シート18との間に、複数の隙間保持片24がその水膜形成シート18の長手方向に沿って離間して配置されたものである。

【0009】また請求項4に記載の発明は、請求項1に記載のガスタービン装置の吸気冷却用熱交換器の別の実施の形態であって、冷却水供給部が水膜形成シートの上部両側に設けた一対の横長の管体とその長手方向に沿って形成されたスリット部もしくは多數のノズル孔を有し、各スリット部もしくは多數のノズル孔から冷却水が水膜形成シートの上部両面に供給されるようにしたことを特徴とするものである。また請求項5に記載の発明は、請求項1～請求項4のいずれかに記載のガスタービン装置の吸気冷却用熱交換器の他の実施の形態であって、水膜形成シートの下部に錐体を取り付けてることにより、水膜形成シートを重力方向に張架するようにしたことを特徴とするものである。

## 【0010】

10

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態を図面により説明する。図1は本発明の熱交換器を使用してガスタービン装置の吸気を冷却するプロセスフロー図である。熱交換器1は装置本体2内に重力方向に配置される水拡散性又は濡れ性もしくは水吸収性のよい表面を有する水膜形成シート（図示せず）の上部表面に冷却水を供給する冷却水供給部3と、水膜形成シートの表面を流下する冷却水を回収する冷却水回収部4を備えている。なお水膜形成シートは多数平行に配置され、各水膜形成シートに個別に冷却水を供給するため、冷却水供給部3には供給配管5から分岐する多数の管体6が設けられる。

装置本体2内の下部に吸気101を導入する吸気入口部7、上部に吸気出口部8がそれぞれ設けられ、吸気出口部8にはダクト9が接続される。なおダクト9の先は図示しない空気圧縮機に接続される。

【0011】冷却水回収部4に冷却水排出管10が接続され、冷却水排出管10の先は受水槽11の上部に接続される。受水槽11の下部に連結配管12が接続され、連結配管12にはポンプ13が設けられると共に、その先は氷蓄熱槽14の上部に設けたシャワーノズル15に接続される。なお氷蓄熱槽14は例えば深夜電力を利用し、内部の冷却水を冷却して製氷し、氷16として蓄積するものである。氷蓄熱槽14に供給配管5が接続され、供給配管5にはポンプ17が設けられると共に、その先が前記した分岐配管6に接続される。

【0012】図2は図1における熱交換器1の模式的な斜視図であり、理解を容易にするためその前面壁部が取り除かれた状態を示してある。前記したように、冷却水供給部3は供給配管5とそれから分岐する多数の管体6を有しているが、各管体6は横方向に配置されてその下部には長手方向に沿ってスリット部（図示せず）が形成されている。そして重力方向に所定の間隔で平行に配置された多数の水膜形成シート18の上部が各管体6内にそれぞれスリット部をとおして延長される。

【0013】水膜形成シート18は前記のように水拡散性又は濡れ性もしくは水吸収性のよい表面を有する繊維状もしくは網状のシート材により形成される。繊維状シート材としては、例えば麻布、木綿布などの織布、不織布、フェルトなどがあり、これらは吸水性または吸湿性を有し水濡れ性がよい。しかもその表面に微小な凹凸が形成されているので、流下する液が表面張力などによって液分かれることなく、その表面に沿って一様に拡散することができる。そのため少ない液量であっても均一な薄い水膜を形成して常に大きな熱交換面積を確保することができる。また網状のシート材としては、例えば麻糸、木綿糸などの比較的大きいデニールの糸やステンレス線などの金属線を網状に編んで構成したものがある。これらの網状シートはその表面が細かい凹凸を形成して流下する液が表面張力などによって液分かれすることなく、その表面に沿って一様に拡散することができるよう

50

な細かいピッチで緻密に編んだものが好ましい。

【0014】図3 (A) は図2に示す冷却水供給部3と水膜形成シート18の関係を具体的に示す縦断面図であり、その(B)は(A)のB部拡大図である。冷却水供給部3を構成する管体6内には、その長手方向に沿って一対のL型アングルからなる細長い支持部材19が配置される。そして各支持部材19の縦片19aには、その長手方向に沿って所定間隔で複数のボルト孔が設けられ、横片19bにはその長手方向に沿って所定間隔で複数の貫通孔19cが設けられる。水膜形成シート18の上部は管体6の長手方向に沿って設けたスリット部20を通して管体6内に延長される。そしてその延長部分は前記一対の支持部材19の縦片19a間に配置され、縦片19aの各ボルト孔に挿通したボルト21、座金22およびナット23で一対の縦片19aと共に固定される。

【0015】なおスリット部20の長手方向に沿って所定間隔で板状の隙間保持片24が図3 (B) の如く複数設けられ、各隙間保持片24によって水膜形成シート18の両面とスリット部20の内縁部との間に所定の流路幅を設定するための間隙部25が形成される。そして支持部材19の横片19bで仕切られた管体6内の上部を流れる冷却水は貫通孔19cを通して下部に流出し、下部を流れる冷却水と共に、間隙部25によって形成される流路を通して管体6の下部から流出する。流出した冷却水は水膜形成シート18の両面に沿って薄い水膜26を形成して流下する。なお隙間保持片24はスリット部20の内縁部に接着などによって固定することができる。水膜形成シート18の下部は冷却水回収部4内に延長され、その先端部分は細長い錐管からなる錐体27に巻き付けられて固定される。そのため水膜形成シート18は錐体27の錐作用により常に重力方向にピンと張架された状態となる。また水膜形成シート18に風などのによる横方向の力が加わって大きく揺れることを防止するために、冷却水回収部4の底部28から一対の振止部29が所定間隔で立設される。なお30は冷却水回収部4に回収された冷却水である。

【0016】次に図1～図3を参照し、上記熱交換器1を使用してガスタービン装置の吸気を冷却する方法を説明する。先ず図1において、氷蓄熱槽14内の冷却水を例えれば深夜電力を利用して冷却し、所定量の氷16を製氷し蓄積しておく。次にポンプ17、ポンプ13等を運転することにより、冷却水は氷蓄熱槽14-熱交換器1-受水槽11-氷蓄熱槽14の経路で循環する。その際、冷却水は熱交換器1で吸気と熱交換して温められ、受水槽11内で外部から混入した粉塵などのゴミなどを沈殿させた後、その上澄液をポンプ13で氷蓄熱槽14に移送してシャワーノズル15から流出させ、氷16を解氷しながら再び冷却される。このように冷却水を循環することにより、氷蓄熱槽14の氷16は次第に解氷さ

れて減少する。なお夜間は外部から吸入する吸気温度が低く、冷却水の循環量を低下もしくは停止することができる、その間の安い深夜電力料を利用して氷蓄熱槽14の製氷を行う。例えば1日のうち、朝8時～夜20時を解氷時間帯とし、夜22時～朝8時を製氷時間帯としたサイクル運転をする。

【0017】次に図2において、外部からの吸気101は装置本体2の下部における吸気入口部7より吸入され、重力方向に多数平行に配置された水膜形成シート18の間を通り上昇し、上部の吸気出口部8よりダクト9を通り排出し、図示しない空気圧縮機に導入される。次に図3において、冷却水供給部3を構成する管体6のスリット部25から流出する冷却水は、水膜形成シート18の表面(両面)を薄い水膜状に流下する間に、上昇する吸気101と向流的に直接接触して熱交換され、下部の冷却水回収部4に回収される。

【0018】なお、冷却水と熱交換して冷却される吸気101と冷却水の境界層内の温度は露点以下の状態になり、それによって細かい液滴(ミスト)が生成する。しかしこのミストの大部分は冷却水の水膜内に取り込まれて一緒に流下し、冷却水回収部4に回収されるので、フィンチューブ式の熱交換器の場合のように結露水が吸気の同伴して下流側に溜まるという問題は起こらない。なおミストの一部は吸気に同伴され、空気圧縮器を経て燃焼装置に導入されるが、ミストはそこで加熱膨張してタービンの出力を上昇させるという効果を生じる。

【0019】図4は図3の変形例を示す部分的な縦断面図であり、図3と同じ部分には同一符号が付されている。この例では水膜形成シート18の上部が一対のL型アングルからなる細長い支持部材19により支持される。すなわち各支持部材19の縦片19aにはその長手方向に沿って所定間隔で複数のボルト孔が設けられ、水膜形成シート18の上部がその縦片19a間に配置され、縦片19aの各ボルト孔に挿通したボルト21、座金22およびナット23で縦片19aと共に固定される。なお支持部材19は図示しない装置本体に取り付けられる。

【0020】冷却水供給部3は水膜形成シート18の上部両側に設けた一対の横長の管体6とその長手方向に沿って、且つ水膜形成シート18に対向して形成された細長いスリット部20を有し、各スリット部20から冷却水が水膜形成シート18の上部両面に供給されるようになっている。なおスリット部20の代わりに多数のノズル孔を設けてもよい。そして、管体6のスリット部25から流出する冷却水は、水膜形成シート18の表面(両面)を薄い水膜状に流下する間に、上昇する吸気101と向流的に直接接触して熱交換され、図示しない冷却水回収部4に回収される。なお、上記の熱交換器1を構成する装置本体や冷却水供給部3などの材料は、圧力、温度的な条件や伝熱率などに特に制限されないので、安価

な材料、例えば硬質塩化ビニルや薄い鋼板、鋼管などを使用できる。

【0021】

【発明の効果】以上のように本発明のガスタービン装置の吸気冷却用熱交換器によれば、従来のように複雑な構造のフィン・チューブを使用しないので、構造が簡単にコストを低くできる。しかも冷却水が重力方向に配置された水拡散性又は濡れ性もしくは水吸収性の良い表面を有する水膜形成シートにおけるその表面を、枝分かれすることなく薄い水膜状に均一に流下し、その間に吸気と直接接触するので、高い熱交換効率で吸気を冷却することができる。そのため、少ない冷却水量で大量の吸気を冷却できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の熱交換器を使用してガスタービン装置の吸気を冷却するプロセスフロー図。

【図2】図1における熱交換器1の模式的な斜視図。

【図3】図2に示す冷却水供給部3と水膜形成シート18の1例を具体的に示す縦断面図。

【図4】図3の変形例を示す部分的な縦断面図。

【図5】従来から採用されている吸気冷却方式を採用したガスタービン装置を説明するプロセスフロー図。

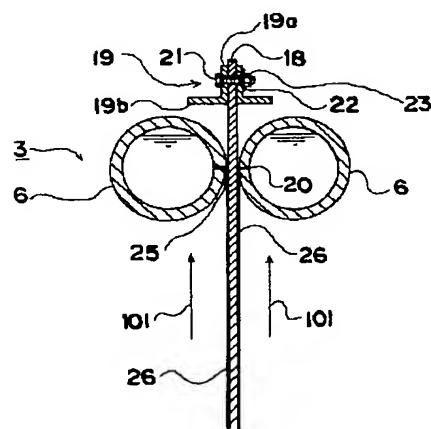
【符号の説明】

- 1 热交換器
- 2 装置本体
- 3 冷却水供給部
- 4 冷却水回収部
- 5 供給配管
- 6 管体
- 7 吸気入口部
- 8 吸気出口部
- 9 ダクト
- 10 冷却水排出管
- 11 受水槽

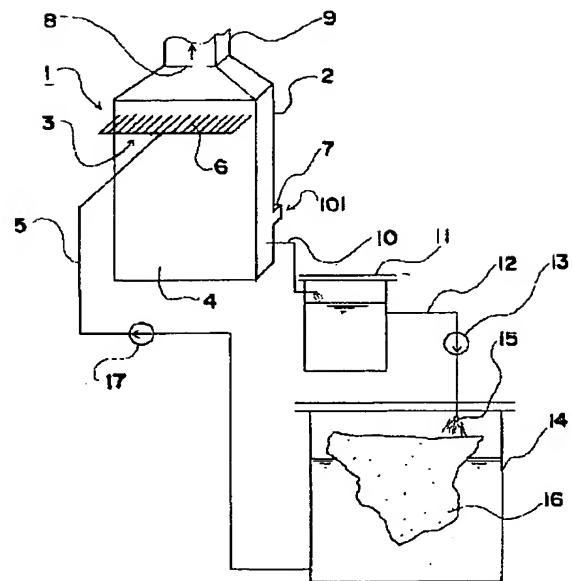
- \* 1 2 連結配管
- 1 3 ポンプ
- 1 4 氷蓄熱槽
- 1 5 シャワーノズル
- 1 6 氷
- 1 7 ポンプ
- 1 8 水膜形成シート
- 1 9 支持部材
- 1 9 a 縦片
- 1 9 b 横片
- 1 9 c 貫通孔
- 2 0 スリット部
- 2 1 ボルト
- 2 2 座金
- 2 3 ナット
- 2 4 隙間保持片
- 2 5 間隙部
- 2 6 水膜
- 2 7 錐体
- 2 8 底部
- 2 9 振止部
- 3 0 冷却水
- 1 0 1 吸気
- 1 0 2 热交換器
- 1 0 3 冷却水配管
- 1 0 4 空気圧縮機
- 1 0 5 燃焼装置
- 1 0 6 配管
- 1 0 7 ガスタービン
- 3 0 1 0 8 発電機
- 1 0 9 排ガスボイラ
- 1 1 0 加熱配管
- 1 1 1 煙突

\*

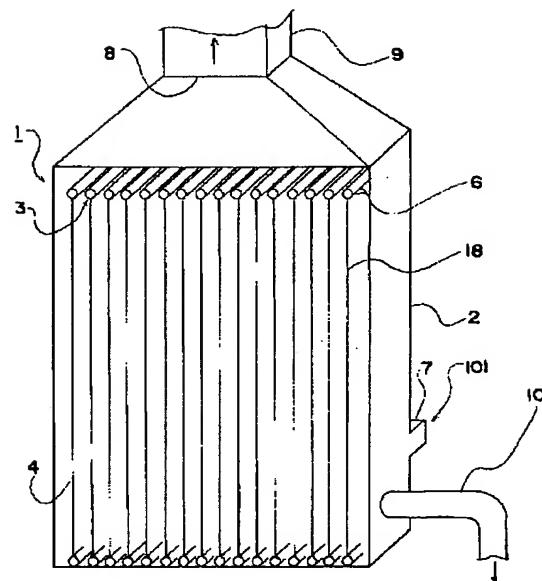
【図4】



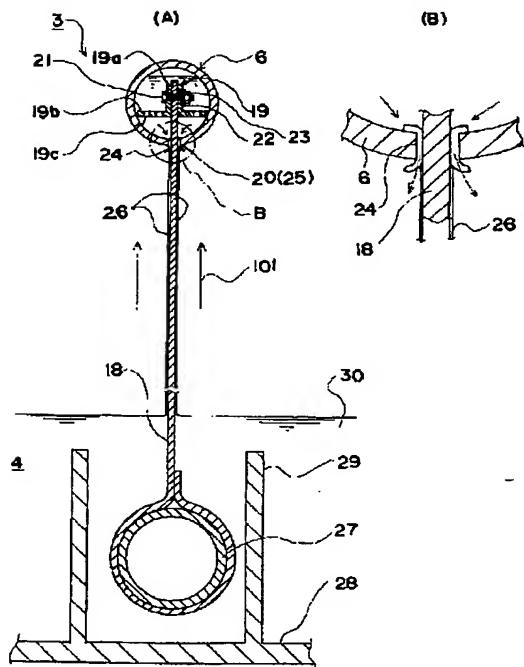
【図1】



【図2】



【図3】



【図5】

